

H11-269574

[0016]

According to this means, in the reinforcement preform production process, a plurality of preforms with a hole fitted with a core fixed into a mold are sequentially fitted around the core to be fixed, and, thus, to produce a reinforcement preform with stacked and fixed preforms. Namely, for example, in the production of a large machine member of a rotationally symmetrical shape, the preforms are fitted around the core to be stacked, whereby the core shows an effect to coaxially fix the plural preforms so that the axial centers of the preforms coincide with each other. Accordingly, the reinforcement preform with stacked preforms is coaxially produced with high accuracy, and, in addition, a composite material obtained by the casting process is produced as a hollow member with a hollow part formed into the shape of the core, resulting in the reduction of boring in the finishing process.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-269574

(43)Date of publication of application : 05.10.1999

(51)Int.Cl.

C22C 1/09

B22D 19/00

B22D 19/14

(21)Application number : 10-070382

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD  
TOYOTA CENTRAL RES & DEV  
LAB INC

(22)Date of filing : 19.03.1998

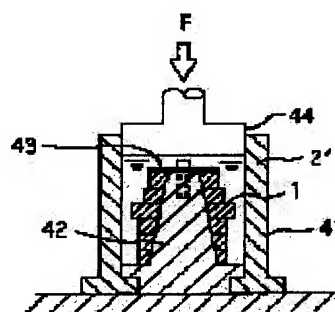
(72)Inventor : IIDA WATARU  
FUKAMI HAJIME  
TAKEUCHI KATSUHIKO  
IMANISHI KOZO  
NISHINO NAOHISA  
TOWATA SHINICHI

**(54) MANUFACTURE OF MACHINE MEMBER FORMED OF WHISKER REINFORCED ALLOY, AND MACHINE MEMBER FORMED OF WHISKER REINFORCED ALLOY**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a manufacturing method of a machine member formed of a whisker reinforced alloy capable of manufacturing the machine member of relatively complicated shape more inexpensively than a conventional technology.

**SOLUTION:** A manufacturing method of a machine member formed of a whisker reinforced alloy comprises a first preform process in which a whisker is formed into a plurality of simple shapes obtained by dividing an outline shape of a desired machine member to manufacture a plurality of preform stocks consisting of the whisker, a second reinforcement forming process in which a plurality of preform stocks are combined in an outline shape and fixed to form a reinforcement 1



consisting of the whisker, and a third casting process in which the molten metal 2' of a base alloy is poured into a mold 41 in which the reinforcement 1 is inserted, and pressurized to impregnate the molten metal 2' in the reinforcement, cooled and solidified to cast a composite material of the base alloy and the reinforcement 1. Because the composite material is formed in the outline shape of the machine member to be manufactured, the cut man hour and the material cost for the whisker can be reduced, resulting in the cost reduction.

**\* NOTICES \***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A manufacturing method of a machine member made from a whisker strengthening alloy characterized by comprising the following.

A preforming manufacturing process which manufactures two or more preforming which fabricates a whisker to two or more simple shape which divided a gross shape of a desired machine member, and consists of this whisker.

A reinforcement preforming formation process which forms reinforcement preforming of this gross shape that fixes to this gross shape combining preforming of this plurality, and consists of this whisker, A casting which carries out teeming of the molten metal of a base material alloy into a mold with which this reinforcement preforming was inserted, cools this molten metal, makes it solidify after pressurizing this molten metal in this mold and impregnating with a molten metal of this base material alloy into this reinforcement preforming, and casts composite of this base material alloy and this whisker.

[Claim 2]A manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy according to claim 1 said whose whisker is a boric acid aluminum whisker or, is a boric acid aluminum whisker which contains an alumina staple fiber at least in which said base material alloy is an aluminum alloy.

[Claim 3]a core by which said reinforcement preforming formation process is fixed in said mold -- this -- said two or more preforming in which a hole which fits into a core was formed being inserted in one by one, and, [ fix and ] A manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy according to claim 1 or 2 which is the process of forming said reinforcement preforming which this preforming was accumulated and was fixed.

[Claim 4]A manufacturing method of a machine member made from a whisker strengthening alloy given in claims 1 thru/or 3 which have like a finisher who performs finish-machining by

precise cutting or grinding after cutting and roughing said cast composite after said casting, and heat-treating this composite further.

[Claim 5]A machine member made from a whisker strengthening alloy characterized by comprising the following.

Reinforcement preforming which two or more portions of simple shape which consists of whiskers are joined to one, and is fabricated.

A base material alloy which fills detailed space between these whiskers while joining this each portion of each other.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention belongs to the technical field of metal group composite, and belongs to the technical field of the manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy especially. This invention belongs to the technical field of a machine member, and belongs also to the technical field of the machine member made from a whisker strengthening alloy manufactured especially by the above-mentioned manufacturing method again.

[0002]

[Description of the Prior Art]The member turning which performs rotation, translation motion, etc. among the members which constitute the same machine device is asked for the lighter-weight thing with the improvement in the speed of various mechanical apparatus and the acceleration of an acceleration slowdown containing a machine tool, filling the characteristic demanded. High intensity, high rigidity, the rate of low thermal expansion, good processability, etc. are contained in the characteristic demanded here.

[0003]As one of the lightweight members which fill these characteristics, there is a boric acid aluminum whisker reinforced aluminum alloy composite material, and promising \*\* of the composite material manufactured by the application-of-pressure casting process excellent in productivity is carried out. It is the composite material which carried out being application-of-pressure impregnated of the aluminum alloy of a base material into preforming of a boric acid aluminum whisker, and the composite material is excellent in the characteristics, such as intensity, rigidity, a coefficient of thermal expansion, and abrasion resistance, and also is low cost comparatively also in respect of a price. As literature about the composite material, there are "the intensity of way acid aluminum whisker strengthening AC8A aluminum alloy composite, heat-resistant evaluation" (a light metal, 1991, volume [ 41st ] No. 4, 270-275

pages besides Katsuaki Suganuma), etc., for example.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the boric acid aluminum whisker reinforced aluminum alloy composite material by the above-mentioned application-of-pressure casting as conventional technology, manufacture of preforming of a large-sized and complicated-shaped boric acid aluminum whisker is dramatically difficult. So, preforming of the boric acid aluminum whisker currently manufactured by conventional technology is limited to simple shape, and the manufacture of those other than the raw material of simple shape is difficult. That is, it is difficult to manufacture only the raw material of the very simple shape of round pure material, hollow cylinder material, square lumber, etc. with the above-mentioned composite material depending on conventional technology, but to manufacture a large-sized and comparatively complicated-shaped raw material.

[0005]Although the above-mentioned composite material moreover has comparatively good processability, since it can cut by the same high efficiency as usual cast iron and steel materials or cannot grind, a man day starts manufacturing the machine member of the comparatively complicated shape of the principal axis of a machine tool, etc. by cutting or grinding. Since the rate of the yield of a comparatively expensive whisker will also become low if it begins to delete a comparatively complicated machine member from the raw material of simple shape, it is disadvantageous also from a point of the rate of the yield of a whisker. That is, when it begins to delete a comparatively complicated machine member from the composite raw material of the simple shape containing a whisker, there is inconvenience of leading to the rise of cost, also in respect of the point of a working manhour, or the rate of the yield of a whisker.

[0006]Then, this invention makes it the issue which should be solved to provide the manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy which can manufacture a comparatively complicated-shaped heavy machinery member more cheaply than conventional technology. Also let it be the issue which should be solved to provide the machine member made from a whisker strengthening alloy more cheaply manufactured by the manufacturing method.

[0007]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effect] In order to solve an aforementioned problem, artificers invented the following means.

[An invention of a manufacturing method]

(The 1st means) The 1st means of this invention is a manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy according to claim 1.

[0008]In this means, a preforming manufacturing process, a reinforcement preforming formation process, and a casting are performed one by one, and the machine member made

from a whisker strengthening alloy is manufactured. That is, first, a whisker is fabricated in a preforming manufacturing process by two or more simple shape which divided the gross shape of the desired machine member, and two or more preforming which consists of whiskers is manufactured by it. As mentioned above, although it is difficult to form in complicated shape preforming which consists of whiskers, since manufacturing preforming of simple shape is not accompanied in particular by big difficulty, this process is carried out easily and cheaply.

[0009]Next, in a reinforcement preforming formation process, two or more preforming is combined with a gross shape of a desired machine member, it fixes, and reinforcement preforming which carried out a gross shape of a machine member of a request which consists of whiskers is formed. Under the present circumstances, since two or more preforming is stuck by pressure mutually and is usually fixed, in a contact surface where preforming which adjoins each other mutually contacts mutually, a whisker of both preforming becomes intricate somewhat mutually, twines each other, and reinforcement preforming is formed in one. So, in composite after casting, strength reduction in a plane of composition of each preforming is not so large, and intensity near intensity other than a joined part is obtained even in a plane of composition of each preforming.

[0010]Furthermore, by a casting, where reinforcement preforming which carried out a gross shape of a desired machine member is inserted into a mold, teeming of the molten metal of a base material alloy is carried out into a mold which has accommodated reinforcement preforming. And a molten metal in a mold is pressurized, even detailed space of reinforcement preforming is impregnated with a molten metal of a base material alloy, and it is carried out. Composite with reinforcement preforming which consists of a base material alloy which cools a molten metal on it and was solidified, and which a molten metal solidified, and a whisker is cast by gross shape of a desired machine member.

[0011]In this means, reinforcement preforming which becomes a gross shape of a desired machine member from a whisker is formed by fabricating two or more preforming of simple shape, and combining these as mentioned above. That is, reinforcement preforming is formed in a gross shape of a desired machine member by combining preforming of simple shape which consists of whiskers, without fabricating preforming which consists of whiskers in this means from the start to a gross shape of a desired machine member. So, composite of reinforcement and a base material alloy which consist of whiskers is formed in a gross shape of a desired machine member as a result of a casting.

[0012]As a result, since it is not necessary to fabricate preforming which consists of whiskers from the start to a gross shape of a desired machine member, there is no difficulty in a process of manufacturing preforming, and a manufacturing cost in a formation process of preforming is reduced. And since composite of reinforcement preforming and a base material alloy which are obtained as a result of a casting is formed in a gross shape of a desired machine member, a



process of cutting a composite portion in which cutting is comparatively difficult is controlled by minimum, and becomes work improvement. Since cutting of a portion of preforming decreases, a rate of the yield of expensive preforming improves and it becomes reduction of a material cost of an expensive charge of a whisker material. That is, a cost cut becomes possible by reduction effect of a man day, and the reduction effect of a material cost.

[0013]Therefore, according to this means, it is effective in the ability to provide a manufacturing method of a machine member made from a whisker strengthening alloy which can manufacture a comparatively complicated heavy machinery member of shape more cheaply than conventional technology.

(The 2nd means) The 2nd means of this invention is a manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy according to claim 2.

[0014]In this means, a whisker is a boric acid aluminum whisker, or is a boric acid aluminum whisker which contains an alumina staple fiber at least, and a base material alloy is an aluminum alloy. So, the wettability of a whisker and a base material alloy which form reinforcement preforming is high, and since it gets used well mutually in a casting, firmer composite is formed. Since specific gravity of an aluminum alloy is a third grade of steel materials and its specific gravity of a boric acid aluminum whisker is also comparable as an aluminum alloy, specific gravity of a machine member made from a whisker strengthening alloy manufactured becomes a third grade of steel, and the high weight saving effect is acquired.

[0015]Therefore, according to this means, in addition to an effect of the 1st above-mentioned means, it is effective in the ability to manufacture a machine member made from a whisker strengthening alloy of high intensity low specific gravity further.

(The 3rd means) The 3rd means of this invention is a manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy according to claim 3.

[0016]By this means, reinforcement preforming to which two or more preforming in which a hole which fits into a core was formed was inserted in a core fixed in a mold one by one, and was fixed to it, and preforming was accumulated and fixed comes to be formed in a reinforcement preforming formation process. That is, when manufacturing a heavy machinery member of a symmetry-of-revolution form by inserting in and laminating preforming to a core, for example, an operation which a core doubles an axial center of two or more preforming, and fixes to the same axle is achieved. As a result, since reinforcement preforming by which preforming was laminated is formed in the same axle with sufficient accuracy and also composite which is made as a result of a casting and goes up is formed as a hollow member by which a centrum was formed in shape of a core, like a finisher, there is little boring processing and it comes to end.

[0017]Therefore, according to this means, in addition to an effect of the 1st above-mentioned means, it is effective in the ability of a hollow member to manufacture now often [ dimensional

accuracy ] and cheaply.

(The 4th means) The 4th means of this invention is a manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy according to claim 4.

[0018]In this means, after cutting and roughing cast composite after a casting, and heat-treating composite, it has like a finisher who performs finish-machining by precise cutting or grinding further. That is, in a state cast, a portion which consists only of a base material alloy, and a portion which consists of composites coexist in a casting member. So, when a casting member is changed into a state of this as and heat treatment is added, it may originate in a mutually different coefficient of thermal expansion between a portion which consists only of a base material alloy, and a portion which consists of composites, and a casting member may break. Then, it is failed to delete a portion which consists only of a base material alloy with roughing, and a member outside is prepared to an outside dimension which has mist and a margin from a measurement only in a portion which consists of composites. A casting member is prevented from originating in a difference in a coefficient of thermal expansion, and breaking with this roughing, also when heat-treating, since it has failed to delete a portion which consists only of a base material alloy attached to the surroundings of composite.

[0019]If heat treatment is performed after an appropriate time, if base material alloys are steel materials, quenching, annealing, etc. are possible, and when a base material alloy is an aluminum alloy, promotion of age-hardening is possible. Internal stress is eased by heat treatment and, in [ any ] the case of material, an effect of raising intensity of a product can be expected. Since future modification will be beforehand prevented if internal stress is eased, dimensional accuracy improves.

[0020]And if finish-machining by precise cutting or grinding is performed at the end, it can also control modification by aging by heat treatment, and it not only can raise dimensional accuracy, but can expect maintenance of dimensional accuracy over a long period of time. Therefore, according to this means, in addition to an effect of the 1st above-mentioned means, an improvement of construction material by heat treatment can be performed, preventing a crack at the time of heat treatment, and it is effective in dimensional accuracy of a product over a long period of time improving.

[0021][Invention of product]

(The 5th means) The 5th means of this invention is the machine member made from a whisker strengthening alloy according to claim 5. This means consists of a base material alloy which fills detailed space between whiskers of reinforcement preforming while two or more portions of simple shape which consists of whiskers join each portion of each other to reinforcement preforming which is joined to one and fabricated. So, this means is cheaply manufactured for the same reason as the above-mentioned Example 1.

[0022]Therefore, according to this means, it is effective in the ability to provide a machine

member made from a whisker strengthening alloy manufactured more cheaply.

[0023]

[An embodiment of the invention and an example] The following examples explain a manufacturing method of a machine member made from a whisker strengthening alloy of this invention, and an embodiment of a machine member made from a whisker strengthening alloy in such a manner sufficiently clear and complete so that a feasible understanding may be acquired by person skilled in the art.

[Example 1]

(Manufacturing method of Example 1) The manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy as Example 1 of this invention is a method of manufacturing the main-shaft-housing member 100 of the machine tool with completion shape as shown in drawing 1 made from a whisker strengthening alloy.

[0024]When it is going to manufacture the main-shaft-housing member 100 which is a machine member made from a whisker strengthening alloy of this invention by conventional technology, the main-shaft-housing member 100 will begin to be deleted by being made from the composite made from the whisker strengthening alloy of the hollow cylinder object of the outside shown by dashed line 100'. Then, while a man day starts beginning to shave so much the composite in which cutting ability is inferior compared with an alloy, since it begins to delete a whisker strengthening composite portion so much, the rate of the yield of an expensive whisker material worsens. As a result, since a manufacturing cost and material cost become high depending on the manufacturing method of conventional technology, the such-shaped main-shaft-housing member 100 cannot but become an expensive product.

[0025]So, in the manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy of this invention, it finishes with a preforming manufacturing process, a reinforcement preforming formation process, and a casting, a process is performed one by one, and the main-shaft-housing member 100 which is a machine member made from a whisker strengthening alloy (rotating member) is manufactured. That is, first, as shown in drawing 2, a boric acid aluminum whisker is fabricated in a preforming manufacturing process by two or more simple shape which divided the gross shape of the main-shaft-housing member 100, and two or more preforming 11-16 which consists of the whisker is manufactured by it. As mentioned above, although it is difficult to form in complicated shape preforming which consists of whiskers, since manufacturing the simple preforming 11-16 of an approximately bell shape is not accompanied in particular by big difficulty, this process is carried out easily and cheaply.

[0026]Here, in order to fabricate the solid preforming 11-16 from the material of a fibrous boric acid aluminum whisker, as shown in drawing 3 (a) - (b), the molding jig 3 of vessel shape is used. When the procedure which fabricates the preforming 11-16 using this molding jig 3 takes

up the preforming 14 as an example and explains it with reference to drawing 4, it is as follows.

[0027]that is, it is first shown in \*\* -- as -- the flange 311 and a core -- opening the side mold 33 which can be opened and closed now on a hinge, as the doughnut shape 32 of ring shape is inserted in the core 31 which consists of the part 312, it unites with it and it is shown in \*\* -- the circumference of the core 32 -- a wrap. and the core in the side mold 33 as shown in \*\*, after closing the side mold 33 and fixing with the fastening plate 34 -- the boric acid aluminum whisker as a raw material, etc. are supplied to the circumference of the part 312. After the injection of a whisker, the surface of a whisker is accustomed on the average, vibration is added, and the capacity which a whisker is made to become intricate mutually and a whisker occupies is reduced to some extent.

[0028]Here, as for the above-mentioned raw material, the alumina fiber comprises 22% of a mixture for the boric acid aluminum whisker 78%, and a little silica binders are further added to the above-mentioned raw material. The purpose of mixing an alumina staple fiber in a boric acid aluminum whisker is to raise the moldability and intensity of preforming and to raise the handling nature of preforming in a post process.

[0029]As shown in \*\* after an appropriate time, it compresses and a whisker is fixed so that top-cover type 35 may be put on the core 31 and the side mold 33 and it may become predetermined shape and capacity about a whisker by top-cover type 35. this state is in the state shown in above-mentioned drawing 3 (b) -- a whisker -- a pressure -- a core -- in the space of an approximately bell shape currently formed of part 312, side mold 33, doughnut shape 32, and top-cover type 35, it pushes on the preforming 14 and is hardened. The abbreviated hollow cylinder object of the preforming 14 formed of a whisker is formed of the conic surface in which inner skin carried out the taper for a while.

[0030]Pan type 36 to which the projection 361 was attached is placed downward, and it is made to fit into the breakthrough 310 of the flange 311 of the core 31 in the stage where the whisker pushed on the preforming 14 and was hardened, after predetermined time, as are shown in \*\*, and top-cover type 35 and the side mold 33 are removed in order and it is further shown in \*\*. And the preforming 14 will be completed, if the doughnut shape 32 is removed after turning the preforming 14 and the doughnut shape 32 over as are shown in \*\*, and the preforming 14 and the doughnut shape 32 are removed from the core 31 and shown in \*\*.

[0031]Although all the preforming 11-16 is formed as mentioned above, a side mold with a bigger inside diameter is used only for the preforming 13 which forms the intermediate flange part 102 (refer to drawing 1) of the main-shaft-housing member 100 among the preforming 11-16. although the same side mold 33 is used for other preforming 11, 12, 14-16 -- the core of a core -- the outer diameters of the part differ. As a result, as again shown in drawing 2, the preforming 11-16 which adjoins each other mutually with the same taper angle, and the

preforming 11-16 with an equal inside diameter are formed. Having the above, a preforming manufacturing process is completion.

[0032]Next, in a reinforcement preforming formation process, it fixes to the gross shape of the main-shaft-housing member 100 combining two or more preforming 11-16, and the reinforcement preforming 1 which carried out the gross shape of the main-shaft-housing member 100 which consists of whiskers is formed. That is, as shown in drawing 5, the mold (mold) 41 is preheated by 300 \*\*, the core 42 preheats each preforming 11-16 at 350 \*\*, it is preheated by 800 \*\*, and the punch 44 is preheated by 300 \*\*, respectively. As shown in drawing 6 after an appropriate time, it \*\*\*\*s the core 42 to the mold 41 placed at a level with a plinth, and to the core 42 fixed in the mold 41, the six preforming 11-16 in which the hole which fits into the core 42 was formed is inserted in one by one, and is fixed. That is, after all the preforming 11-16 is fitted in the core 42, by the presser-foot implement 43 of a bolt stop, the preforming 11-16 is compressed even into a predetermined size by the axial direction, and the reinforcement preforming 1 to which the preforming 11-16 was accumulated and fixed comes to be formed. Under the present circumstances, the operation which the core 42 doubles the axial center of each preforming 11-16, and fixes to the same axle is achieved by inserting in and laminating the preforming 11-16 to the core 42. As a result, the reinforcement preforming 1 by which the preforming 11-16 was laminated is formed in the same axle with sufficient accuracy. So, it can do as a result of a subsequent casting, and the composite which goes up is preferred as a raw material of the main-shaft-housing member 100 of a symmetry-of-revolution form. Since it is moreover formed in the shape of a core as a hollow member in which the centrum was formed, like a finisher, there is little boring processing and it comes to end.

[0033]Since each preforming 11-16 is stuck by pressure mutually and fixed, in each contact surface, the whisker of preforming which contacts mutually becomes intricate somewhat mutually, twines each other, and the reinforcement preforming 1 is formed in one. So, in the composite 200 (refer to drawing 10) after casting, the strength reduction in the plane of composition of each preforming 11-16 is not so large, and the intensity near intensity other than a joined part is obtained even in the plane of composition of each preforming 11-16.

[0034]Furthermore, by a casting, as shown in drawing 7, where the reinforcement preforming 1 which carried out the gross shape of the main-shaft-housing member 100 is inserted into the mold 41, teeming of molten metal 2' of the base material alloy 2 which consists of aluminum alloys is carried out into the mold 41 which has accommodated the reinforcement preforming 1. The basic components of the aluminum alloy which is the base material alloy 2 are aluminum 87%, 11% of silicon, and 2% of copper here, and the temperature of molten metal 2' is 850 \*\*.

[0035]And as shown in drawing 8, molten metal 2' in the mold 41 is pressurized by about 100

MPa(s) by the punch 44, even the detailed space of the reinforcement preforming 1 is impregnated with molten metal 2' of the base material alloy 2, and it is carried out. After molten metal 2's cooling on it and solidifying, as shown in drawing 9, the punch 44 is removed and the casting 200 is taken out from the mold 41 by the KO piston 45. The inner skin of the mold 41 is slightly formed in the taper surface of breadth at last in order to make this extraction easy.

[0036]If it fails to delete presser-foot implement 43 portions and the core 42 is removed after an appropriate time, as shown in drawing 10, the composite 21 with the reinforcement preforming 1 which consists of the base material alloy 2 which the molten metal 27 solidified, and a whisker will be cast by the gross shape of the main-shaft-housing member 100. The alloy portion 22 which consists only of aluminum alloys is formed in the periphery of the composite portion 21 among the casting 200.

[0037]Finally, like a finisher, after cutting and roughing the casting 200, and heat-treating the composite 21, finish-machining which performs precise grinding is performed. That is, in the state cast, as again shown in drawing 10, the portion 22 which the casting 200 becomes only from a base material alloy, and the portion 21 which consists of composites coexist. So, when the casting 200 is changed into the state of this as and heat treatment is added, it may originate in a mutually different coefficient of thermal expansion between the portion 22 which consists only of a base material alloy, and the portion 21 which consists of composites, and a crack may occur in the casting 200. Then, it is failed to delete the portion 22 which consists only of a base material alloy with roughing, and a member outside is prepared to the outside dimension which has an about 2-3-mm margin rather than a measurement only in the portion which consists of the composite 21. Since the portion 22 which consists only of a base material alloy attached to the surroundings of the composite 21 with this roughing has failed to be deleted, also when heat treatment is performed, the composite 21 of the casting 200 is prevented from originating in the difference in a coefficient of thermal expansion, and breaking.

[0038]If heat treatment is performed after an appropriate time, promotion of age-hardening and relaxation of internal stress are performed into the base material alloy 2 of an aluminum alloy, and the effect of raising the intensity of the main-shaft-housing member 100 which is a product can be expected. In heat treatment, T6 heat treatment is performed and aging treatment (160 °C x 10h) is performed after solution treatment (525 °C x 8h). Since future modification will be beforehand prevented if the internal stress of the main-shaft-housing member 100 is eased by heat treatment, dimensional accuracy improves, and also intensity also improves. It is effective in the hysteresis of thermal expansion being reduced by heat treatment.

[0039]And if finish-machining by precise grinding is performed at the end and the main-shaft-housing member 100 is completed, it can also control modification by aging by heat treatment, and it not only can raise dimensional accuracy, but can expect maintenance of the dimensional

accuracy over a long period of time. This time is about 8 hours by a mold release of a casting among the above manufacturing methods, and a man day is about 5-6 man-hours.

[0040](Operation effect of Example 1) Since the manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy of this example is enforced as mentioned above, it demonstrates the following operation effects. That is, in the manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy of this example, the reinforcement preforming 1 which becomes a gross shape of the main-shaft-housing member 100 from a whisker etc. is formed by fabricating the preforming 11-16 of simple shape, and combining these as mentioned above. That is, the reinforcement preforming 1 is formed in the gross shape of the main-shaft-housing member 100 by combining the preforming 11-16 of simple shape, without fabricating preforming which consists of whiskers etc. from the start to the comparatively complicated gross shape of the main-shaft-housing member 100. So, the composite 21 of the reinforcement preforming 1 and the base material alloy 2 which consist of whiskers etc. among the casting 200 obtained as a result of a casting is formed in the gross shape of the main-shaft-housing member 100.

[0041]As a result, since it is not necessary to fabricate preforming which consists of whiskers from the start to the gross shape of the main-shaft-housing member 100, there is no difficulty in the process of manufacturing preforming, and the manufacturing cost in the formation process of the preforming 11-16 is reduced. And since the composite 21 of the reinforcement preforming 1 and the base material alloy 2 which are obtained as a result of a casting is formed in the gross shape of the main-shaft-housing member 100, the process of cutting the composite portion 21 in which cutting is comparatively difficult is controlled by minimum, and it becomes work improvement. Since cutting of the portion of the composite portion 21 decreases, the rate of the yield of a whisker improves and it becomes reduction of the material cost of the expensive charge of a whisker material. That is, a cost cut becomes possible by the reduction effect of a man day, and the reduction effect of a material cost.

[0042]Therefore, according to the manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy of this example, it is effective in the ability to manufacture the comparatively complicated heavy machinery member of shape more cheaply than conventional technology like the main-shaft-housing member 100. Next, in the manufacturing method of the machine member made from a whisker strengthening alloy of this example, the whisker 1 is a boric acid aluminum whisker (boric acid aluminum whisker) containing an alumina staple fiber, the base material alloy 2 is an aluminum alloy, and all are the materials of an aluminum system. So, the wettability of the whisker and the base material alloy 2 which form the reinforcement preforming 1 is high, and since it gets used well mutually in a casting, the firmer composite 21 is formed. The specific gravity of an aluminum alloy is as low as about 1/3 of steel materials, and since the specific gravity of a boric acid aluminum whisker is also an

aluminum alloy grade, the specific gravity of the machine member made from a whisker strengthening alloy manufactured becomes a third grade of steel, and it is effective in the high weight saving effect being acquired.

[0043]It passes over the specific gravity of the main-shaft-housing member 100 formed from the composite 21 about to 2.7 to 2.8, but, specifically, it is about 1/3 of the specific gravity of steel. Young's modulus is estimated at about 120-130 MPa, tensile strength is estimated at about 400 MPa, and high intensity high rigidity is attained. The coefficient of thermal expansion has estimated that it is a  $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  grade. That is, in the composite which forms the main-shaft-housing member 100, specific gravity is a third of steel, intensity and a coefficient of thermal expansion are the same level as cast iron, and also the damping effect of vibration is better than a ferrous material.

[0044](Product of Example 1) The machine member made from a whisker strengthening alloy as Example 1 of this invention is the main-shaft-housing member 100 manufactured by the above-mentioned manufacturing method. Reinforcement preforming which two or more portions 11-16 of the simple shape which consists of whiskers etc. are joined to one, and is fabricated as the main-shaft-housing member 100 is again shown in drawing 1, While joining each portions 11-16 of each other, it is formed with the composite which consists of a base material alloy which fills the detailed space between reinforcement preforming.

[0045]As mentioned above, since reinforcement preforming, such as a whisker, is also mutually complex, the plane of composition of each portions 11-16 is not only joined with the base material alloy, but has the tensile strength which is satisfactory practically. As the composite portion 13 in drawing 1 shows, since it has separated from the plane of composition with the portion 12, and the plane of composition with the portion 14 from the corner (stress concentrates) which the intermediate flange part 102 forms, the crack is prevented from occurring from these corners.

[0046]Therefore, according to the machine member made from a whisker strengthening alloy of this example, though it is cheaper than conventional technology, it is effective in the ability to provide the rotating member which has kinetic property comparable as conventional technology.

(Modification mode 1 of Example 1) As the modification mode 1 of this example, as again shown in drawing 1, it is possible to use only three preforming corresponding to the narrow diameter portion 101, the intermediate flange part 102, and the major diameter 103, and to manufacture the main-shaft-housing member 100 made from a whisker strengthening alloy. That is, in drawing 2, preforming of shape is really which really which joined the preforming 11 and 12 joined preforming of shape, the preforming 13, and the preforming 14-16 formed. Thus, it enables a joined part to manufacture the main-shaft-housing member 100 with intensity high few more by reducing the number of preforming in a preforming manufacturing process, and



giving like the same above-mentioned reinforcement preforming formation process as Example 1, casting, and finisher.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The sectional view showing the completion shape of the main-shaft-housing member of Example 1

[Drawing 2]The sectional view showing the shape of each preforming of Example 1

[Drawing 3]The group figure showing the composition of the jig which forms preforming of Example 1

(a) Top view (b) sectional side elevation

[Drawing 4]The explanatory view showing the procedure of the preforming manufacturing process of Example 1

[Drawing 5]The sectional view showing the preheat temperature of each part in the casting of Example 1

[Drawing 6]The sectional view showing the reinforcement preforming formation process of Example 1

[Drawing 7]The mimetic diagram showing teeming in the casting of Example 1

[Drawing 8]The sectional view showing application-of-pressure casting by the casting of Example 1

[Drawing 9]The sectional view showing \*\*\*\*\* in the casting of Example 1

[Drawing 10]The sectional view showing the composition of the casting after the casting of Example 1

[Description of Notations]

1: Reinforcement preforming

11-16: Preforming (product made from a boric acid aluminum whisker)

2: Aluminum alloy (as a base material alloy) 2': Molten metal

3: The jig for preforming formation

31: Core

310: breakthrough 311: -- flange 312: -- a core -- part  
32: Doughnut shape 33: Side mold 34: Fastening plate  
35: Top-cover type 36: Dish type 361: Height  
40: Cavity 41: Mold (mold) 42: Core  
43: Presser-foot implement 44: Punch 45: KO piston  
100: Main-shaft-housing member (product made from a boric acid aluminum whisker reinforced aluminum alloy)  
101: Narrow diameter portion 102: Intermediate flange part 103: Major diameter  
100': The bell-shaped shaped material by conventional technology  
200: Casting  
20: Centrum 21: Composite portion 22: Alloy portion

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

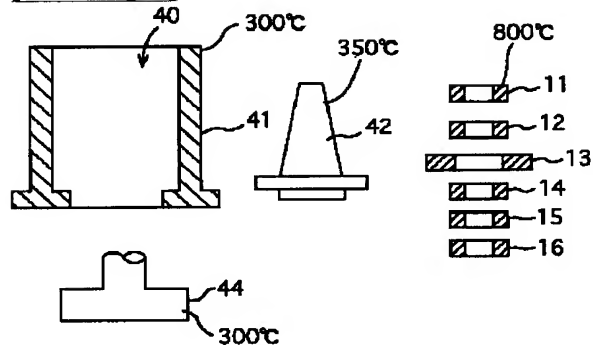
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

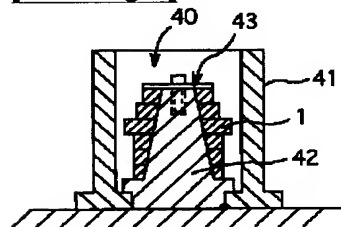
DRAWINGS

---

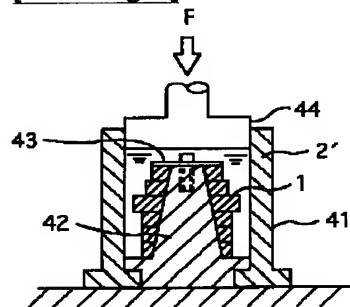
[Drawing 5]



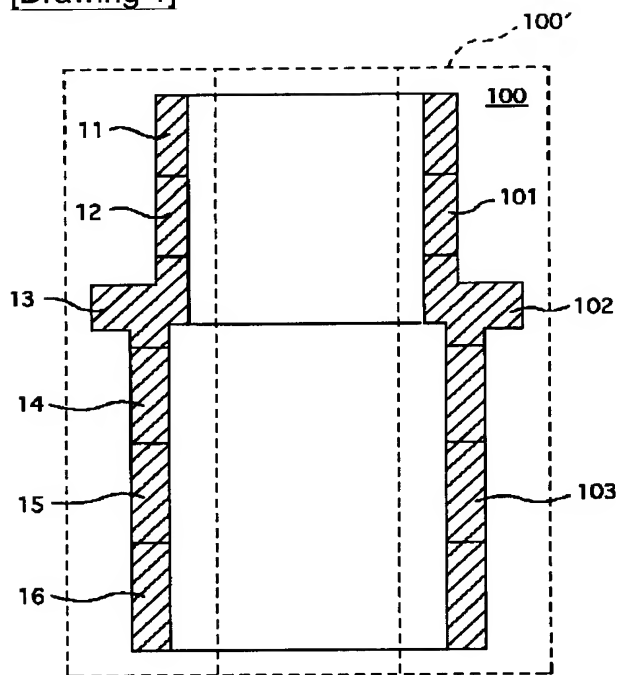
[Drawing 6]



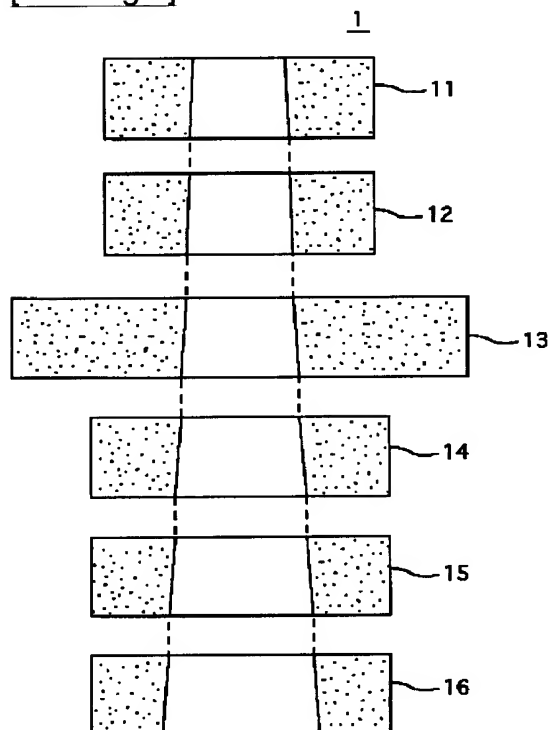
[Drawing 8]



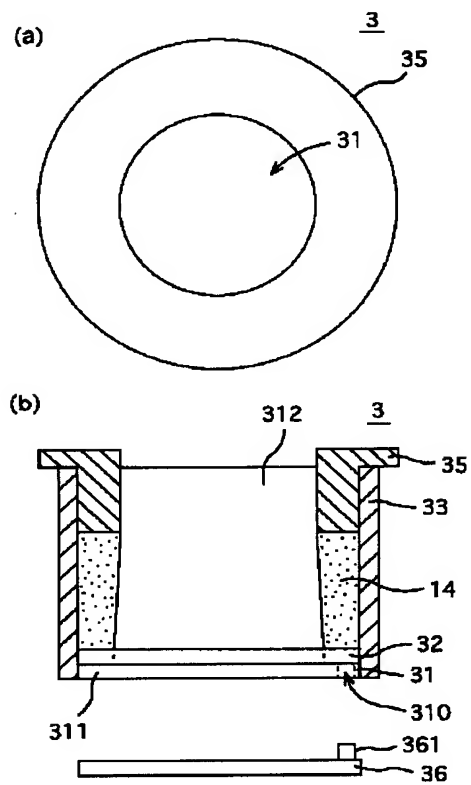
[Drawing 1]



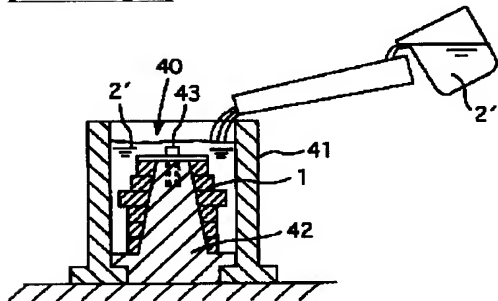
[Drawing 2]



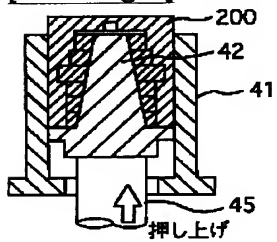
[Drawing 3]



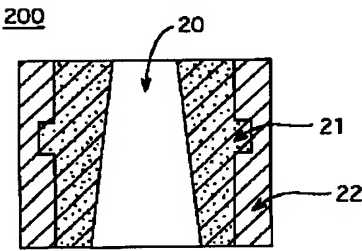
[Drawing 7]



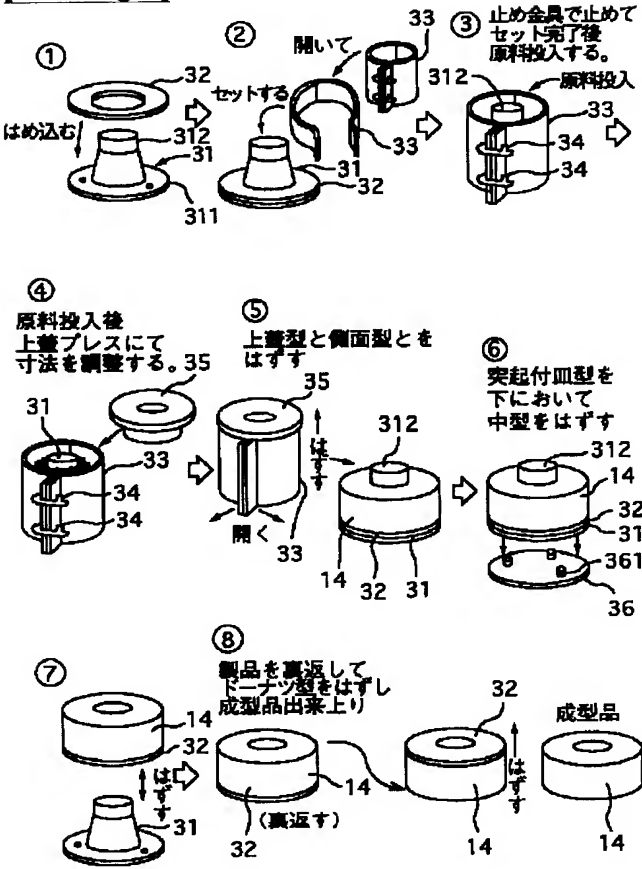
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-269574

(43) 公開日 平成11年(1999)10月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 2 2 C 1/09

C 2 2 C 1/09

A

B 2 2 D 19/00

B 2 2 D 19/00

U

19/14

19/14

C

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-70382

(22) 出願日

平成10年(1998)3月19日

(71) 出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

(72) 発明者 飯田 亘

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

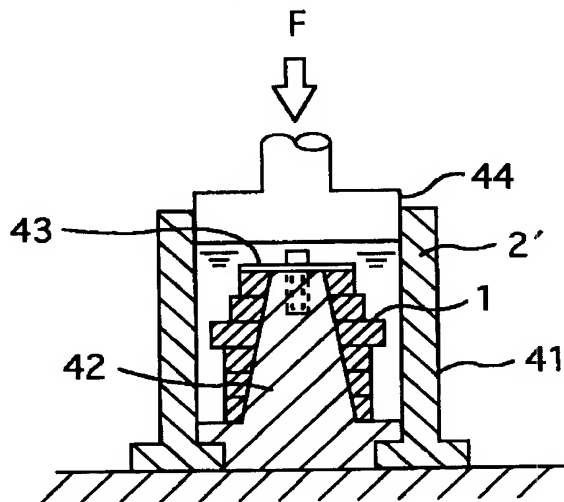
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウィスカ強化合金製機械部材の製造方法およびウィスカ強化合金製機械部材

(57) 【要約】

【課題】 比較的複雑な形状の機械部材を従来技術よりも安価に製造することができるウィスカ強化合金製機械部材の製造方法を提供すること。

【解決手段】 本発明のウィスカ強化合金製機械部材の製造方法は、以下の工程からなる。第1のプリフォーム工程では、所望の機械部材の概略形状を分割した複数の単純形状にウィスカを成形し、ウィスカからなる複数のプリフォーム材を製造する。第2の強化材形成工程では、複数のプリフォーム材を上記概略形状に組み合わせ固定し、ウィスカからなる強化材1を形成する。第3の casting 工程では、強化材1が挿置された鋳型41内に母材合金の溶湯2'を注湯し、加圧して溶湯2'を強化材1に含浸させたうえで冷却して固化させ、母材合金と強化材1との複合材を鋳造する。製造する機械部材の概略形状に複合材が形成されるので、削りだし工数とウィスカの材料費とが減り、コストダウンになる。





# 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所望の機械部材の概略形状を分割した複数の単純形状にウイスカを成形し、該ウイスカからなる複数のプリフォームを製造するプリフォーム製造工程と、該複数のプリフォームを該概略形状に組み合わせて固定し、該ウイスカからなる該概略形状の強化材プリフォームを形成する強化材プリフォーム形成工程と、該強化材プリフォームが挿置された鋳型内に母材合金の溶湯を注湯し、該鋳型内の該溶湯を加圧して該母材合金の溶湯を該強化材プリフォーム中に含浸させ、該溶湯を冷却して固化させ、該母材合金と該ウイスカとの複合材を鋳造する鋳造工程と、を有することを特徴とするウイスカ強化合金製機械部材の製造方法。

【請求項2】 前記ウイスカは、ホウ酸アルミニウム・ウイスカであるか、あるいは少なくともアルミナ短繊維を含むホウ酸アルミニウム・ウイスカであり、前記母材合金は、アルミニウム合金である、請求項1記載のウイスカ強化合金製機械部材の製造方法。

【請求項3】 前記強化材プリフォーム形成工程は、前記鋳型内に固定される中に該中に嵌合する孔が形成された前記複数のプリフォームを順次はめ込んで固定し、該プリフォームが積み重ねられて固定された前記強化材プリフォームを形成する工程である、請求項1または2に記載のウイスカ強化合金製機械部材の製造方法。

【請求項4】 前記鋳造工程の後に、鋳造された前記複合材を切削して荒加工したのち、該複合材を熱処理してから精密な切削または研削による仕上げ加工を行う仕上げ工程をさらに有する、請求項1ないし3に記載のウイスカ強化合金製機械部材の製造方法。

【請求項5】 ウイスカからなる単純な形状の複数の部分が一体に接合されて成形されている強化材プリフォームと、各該部分を互いに接合するとともに該ウイスカの間の微細な空間を満たす母材合金とからなることを特徴とするウイスカ強化合金製機械部材。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、金属基複合材の技術分野に属し、特にウイスカ強化合金製機械部材の製造方法の技術分野に属する。本発明はまた、機械部材の技術分野に属し、特に上記製造方法によって製造されるウイスカ強化合金製機械部材の技術分野にも属する。

### 【0002】

【従来の技術】 工作機械を含む各種機械装置の高速化および加速減速の急速化に伴い、同機械装置を構成している部材のうち回転や並進運動などを行う移動部材には、要求される特性を満たしながらより軽量であることが求められている。ここで要求される特性には、高強度、高

剛性、低熱膨張率および良好な加工性などが含まれる。

【0003】 これらの特性を満たす軽量部材の一つとして、ホウ酸アルミニウム・ウイスカ強化アルミニウム合金複合材料があり、生産性に優れた加圧鋳造法によって製造される同複合材料が有望視されている。同複合材料は、ホウ酸アルミニウム・ウイスカのプリフォーム中に母材のアルミニウム合金を加圧含浸した複合材料であって、強度、剛性、熱膨張率、耐摩耗性などの特性に優れているうえに、価格面でも比較的低コストである。同複合材料に関する文献としては、たとえば「ほう酸アルミニウムウイスカ強化AC8Aアルミニウム合金複合材料の強度と耐熱性評価」(菅沼克昭他、軽金属、1991年、第41巻第4号、270～275頁)などがある。

### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来技術としての前述の加圧鋳造によるホウ酸アルミニウム・ウイスカ強化アルミニウム合金複合材料では、大型で複雑な形状のホウ酸アルミニウム・ウイスカのプリフォームの製造が非常に困難である。それゆえ、従来技術により製造されているホウ酸アルミニウム・ウイスカのプリフォームは単純形状に限定されており、単純形状の素材以外の製造は困難である。すなわち、従来技術によっては、丸無垢材、中空円筒材、角材等の極めて単純な形状の素材しか上記複合材料で製造されておらず、大型で比較的複雑な形状の素材を製造することは困難である。

【0005】 そのうえ、上記複合材料は比較的加工性が良いとはいえ、通常の鋳鉄や鋼材と同様な高能率で切削したり研削したりすることはできないので、工作機械の主軸等の比較的複雑な形状の機械部材を切削または研削で製造するには工数がかかる。また、単純形状の素材から比較的複雑な機械部材を削り出すと、比較的高価なウイスカの歩留まり率も低くなるので、ウイスカの歩留まり率の点からも不利である。すなわち、ウイスカを含む単純形状の複合材素材から比較的複雑な機械部材を削り出すと、加工工数の点でもウイスカの歩留まり率の点でも、コストの上昇につながるという不都合がある。

【0006】 そこで本発明は、比較的複雑な形状の大型機械部材を従来技術よりも安価に製造することができるウイスカ強化合金製機械部材の製造方法を提供することを、解決すべき課題とする。また、同製造方法によってより安価に製造されるウイスカ強化合金製機械部材を提供することを、解決すべき課題とする。

### 【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】 上記課題を解決するために、発明者らは以下の手段を発明した。

#### 【製造方法の発明】

(第1手段) 本発明の第1手段は、請求項1記載のウイスカ強化合金製機械部材の製造方法である。

【0008】本手段では、プリフォーム製造工程と強化材プリフォーム形成工程とが順次行われて、ウスカ強化合金製機械部材が製造される。すなわち先ず、プリフォーム製造工程では、所望の機械部材の概略形状を分割した複数の単純形状にウスカが成形され、ウスカからなる複数のプリフォームが製造される。前述のように、ウスカからなるプリフォームを複雑な形状に形成することは困難であるが、単純形状のプリフォームを製造することは特に大きな困難を伴わないので、本工程は容易かつ安価に実施される。

【0009】次に、強化材プリフォーム形成工程では、複数のプリフォームを所望の機械部材の概略形状に組み合わせ固定し、ウスカからなる所望の機械部材の概略形状をした強化材プリフォームが形成される。この際、通常は複数のプリフォームが互いに圧着されて固定されるので、互いに隣り合うプリフォームの互いに当接する当接面では、両プリフォームのウスカがある程度互いに入り組み、絡まり合っ一体的に強化材プリフォームが形成される。それゆえ、鑄造後の複合材において、各プリフォームの接合面での強度低下はあまり大きくはなく、接合部以外での強度に近い強度が各プリフォームの接合面でも得られる。

【0010】さらに鑄造工程では、所望の機械部材の概略形状をした強化材プリフォームが鑄型内に挿置された状態で、母材合金の溶湯が、強化材プリフォームを収容している鑄型内に注湯される。そして、鑄型内の溶湯が加圧され、母材合金の溶湯は強化材プリフォームの微細空間にまで含浸させられる。そのうえで溶湯は冷却して固化させられ、溶湯が固化した母材合金とウスカからなる強化材プリフォームとの複合材が、所望の機械部材の概略形状に鑄造される。

【0011】本手段では、以上のように、単純形状のプリフォームを複数個成形してこれらを組み合わせることによって、所望の機械部材の概略形状にウスカからなる強化材プリフォームが形成される。すなわち本手段では、所望の機械部材の概略形状に初めからウスカからなるプリフォームを成形することなしに、ウスカからなる単純形状のプリフォームを組み合わせることによって、所望の機械部材の概略形状に強化材プリフォームが形成される。それゆえ、鑄造工程の結果、ウスカからなる強化材と母材合金との複合材は、所望の機械部材の概略形状に形成されている。

【0012】その結果、初めからウスカからなるプリフォームを所望の機械部材の概略形状に成形する必要がないので、プリフォームを製造する工程に困難がなく、プリフォームの形成工程における製造コストが低減される。しかも、鑄造工程の結果得られる強化材プリフォームと母材合金との複合材は、所望の機械部材の概略形状に形成されているので、切削が比較的困難な複合材部分を切削する工程は、最低限に抑制され、工数低減にな

る。また、プリフォームの部分の切削が少なくなるので、高価なプリフォームの歩留まり率が向上し、高価なウスカ材料の材料費の節減になる。すなわち、工数の低減効果と材料費の節減効果とにより、コストダウンが可能になる。

【0013】したがって本手段によれば、比較的複雑な形状の大型機械部材を、従来技術よりも安価に製造することができるウスカ強化合金製機械部材の製造方法を提供することができるという効果がある。

10 (第2手段) 本発明の第2手段は、請求項2記載のウスカ強化合金製機械部材の製造方法である。

【0014】本手段では、ウスカは、ホウ酸アルミニウム・ウスカであるか、あるいは少なくともアルミナ短繊維を含むホウ酸アルミニウム・ウスカであり、母材合金は、アルミニウム合金である。それゆえ、強化材プリフォームを形成するウスカと母材合金との濡れ性が高く、鑄造工程で互いに良くなじむので、より強固な複合材が形成される。また、アルミニウム合金の比重は鋼材の三分の一程度であり、ホウ酸アルミニウム・ウスカの比重もアルミニウム合金と同程度なので、製造されるウスカ強化合金製機械部材の比重は鉄鋼の三分の一程度になり、高い軽量化効果が得られる。

20 【0015】したがって本手段によれば、前述の第1手段の効果に加えて、よりいっそう高強度低比重のウスカ強化合金製機械部材を製造することができるという効果がある。

(第3手段) 本発明の第3手段は、請求項3記載のウスカ強化合金製機械部材の製造方法である。

30 【0016】本手段では、強化材プリフォーム形成工程では、鑄型内に固定される中子に中子に嵌合する孔が形成された複数のプリフォームが順次はめ込まれて固定され、プリフォームが積み重ねられて固定された強化材プリフォームが形成されるに至る。すなわち、中子にプリフォームをはめ込んで積層することにより、たとえば回転対称形の大型機械部材を製造する場合、中子が複数のプリフォームの軸心を合わせて同軸に固定する作用を果たす。その結果、プリフォームが積層された強化材プリフォームは精度良く同軸に形成されるうえに、鑄造工程の結果できあがる複合材が中子の形状に中空部が形成された中空部材として形成されるので、仕上げ工程で中ぐり加工が少なくて済むようになる。

【0017】したがって本手段によれば、前述の第1手段の効果に加えて、中空部材が寸法精度良く、かつ安価に製造することができるようになるという効果がある。

(第4手段) 本発明の第4手段は、請求項4記載のウスカ強化合金製機械部材の製造方法である。

50 【0018】本手段では、鑄造工程の後に、鑄造された複合材を切削して荒加工したのち、複合材を熱処理してから精密な切削または研削による仕上げ加工を行う仕上げ工程をさらに有する。すなわち、鑄造されたままの状

態では、鑄造部材の中には、母材合金だけからなる部分と複合材からなる部分とが併存している。それゆえ、鑄造部材をこのままの状態にして熱処理を加えると、母材合金だけからなる部分と複合材からなる部分との間で互いに異なる熱膨張率に起因して、鑄造部材が割れることがある。そこで、荒加工により母材合金だけからなる部分を削り落としてしまい、複合材からなる部分だけで仕上がり寸法よりもやや余裕がある外形寸法に部材外形を整えるようにする。この荒加工により、複合材の周りに付いている母材合金だけからなる部分を削り落としてあるので、熱処理を施した際にも、熱膨張率の差違に起因して鑄造部材が割れることが防止される。

【0019】しかる後、熱処理を施せば、母材合金が鋼材であれば焼き入れおよび焼き鈍しなどが可能であるし、母材合金がアルミニウム合金である場合には、時効硬化の促進が可能である。いずれの材料の場合でも、熱処理により内部応力が緩和され、製品の強度を向上させる効果が期待できる。内部応力が緩和されていれば、以後の変形が未然に防止されるので、寸法精度が向上する。

【0020】そして最後に精密な切削または研削による仕上げ加工を行えば、寸法精度を向上させることができるだけでなく、経年変化による変形をも熱処理によって抑制することができ、長期間に渡っての寸法精度の維持が期待できる。したがって本手段によれば、前述の第1手段の効果に加えて、熱処理時の割れを防止しながら熱処理による材質の改善ができ、長期間に渡る製品の寸法精度も向上するという効果がある。

#### 【0021】[物の発明]

(第5手段) 本発明の第5手段は、請求項5記載のウィスカ強化合金製機械部材である。本手段は、ウィスカからなる単純な形状の複数の部分が一体に接合されて成形されている強化材プリフォームと、各部分を互いに接合するとともに強化材プリフォームのウィスカの間の微細な空間を満たす母材合金とからなる。それゆえ本手段は、前述の実施例1と同様な理由で安価に製造される。

【0022】したがって本手段によれば、より安価に製造されるウィスカ強化合金製機械部材を提供することができるという効果がある。

#### 【0023】

【発明の実施の形態および実施例】 本発明のウィスカ強化合金製機械部材の製造方法およびウィスカ強化合金製機械部材の実施の形態については、当業者に実施可能な理解が得られるよう、以下の実施例で明確かつ十分に説明する。

#### 【実施例1】

(実施例1の製造方法) 本発明の実施例1としてのウィスカ強化合金製機械部材の製造方法は、図1に示すような完成形状をもつウィスカ強化合金製の工作機械の主軸ハウジング部材100を製造する方法である。

【0024】本発明のウィスカ強化合金製機械部材である主軸ハウジング部材100を従来技術によって製造しようとする、破線100'で示す外形の中空円筒体のウィスカ強化合金製の複合材を素材として主軸ハウジング部材100を削り出すことになる。すると、合金材に比べて切削性が劣る複合材を多量に削り出すのに工数がかかるとともに、ウィスカ強化複合材部分を多量に削り出すので高価なウィスカ材の歩留まり率が悪くなる。その結果、従来技術の製造方法によっては、製造コストおよび材料コストともに高くなるので、このような形状の主軸ハウジング部材100は高価な製品にならざるを得ない。

【0025】そこで、本発明のウィスカ強化合金製機械部材の製造方法では、プリフォーム製造工程と強化材プリフォーム形成工程と鑄造工程と仕上げ工程とが順次行われて、ウィスカ強化合金製機械部材(回転部材)である主軸ハウジング部材100が製造される。すなわちまず、プリフォーム製造工程では、図2に示すように、主軸ハウジング部材100の概略形状を分割した複数の単純形状にホウ酸アルミニウム・ウィスカが成形され、同ウィスカからなる複数のプリフォーム11~16が製造される。前述のように、ウィスカからなるプリフォームを複雑な形状に形成することは困難であるが、単純な略中空円筒状のプリフォーム11~16を製造することは特に大きな困難を伴わないので、本工程は容易かつ安価に実施される。

【0026】ここで、繊維状のホウ酸アルミニウム・ウィスカの材料から固形のプリフォーム11~16を成形するには、図3(a)~(b)に示すように、容器状の成形治具3を使用する。この成形治具3を使用してプリフォーム11~16の成形を行う手順は、一例としてプリフォーム14を取り上げ、図4を参照して説明すると、次の通りである。

【0027】すなわちまず、①に示すように、フランジ部311と中子部312とからなる中子31にリング状のドーナツ型32をはめ込んで一体化し、②に示すように、蝶番で開閉できるようになっている側面型33を開き、中子32の周囲を覆う。そして、③に示すように、側面型33を開じて止め金具34で固定した後、側面型33の中の中子部312の周囲に、原料としてのホウ酸アルミニウム・ウィスカ等を投入する。ウィスカの投入後、ウィスカの表面を平均的にならして振動を加え、ウィスカを互いに入り組ませてウィスカの占める容積をある程度減らしておく。

【0028】ここで、上記原材料は、ホウ酸アルミニウム・ウィスカが78%、アルミナ繊維が22%の混合物から構成されており、さらに上記原材料には、微量のシリカバインダが加えられている。ホウ酸アルミニウム・ウィスカにアルミナ短繊維を混入する目的は、プリフォームの成形性および強度を高め、後工程でのプリフォー

10

20

30

40

50

ムのハンドリング性を向上させることである。

【0029】しかる後、④に示すように、中子31および側面型33に上蓋型35を被せ、上蓋型35でウィスカを所定の形状および容積になるように、圧縮してウィスカを固定する。この状態は、前述の図3(b)に示す状態であって、ウィスカは圧力によって、中子部312、側面型33、ドーナツ型32および上蓋型35によって形成されている略中空円筒状の空間内で、プリフォーム14に押し固められる。なお、ウィスカによって形成されるプリフォーム14の略中空円筒体は、内周面が少しテーパした円錐面によって形成されている。

【0030】所定時間後、ウィスカがプリフォーム14に押し固められた段階で、⑤に示すように、上蓋型35と側面型33とを順に外し、さらに⑥に示すように、突起361が付いた皿型36を下に置いて、中子31のフランジ部311の貫通孔310に嵌合させる。そして、⑦に示すように、プリフォーム14とドーナツ型32とを、中子31から取り外し、⑧に示すように、プリフォーム14とドーナツ型32とを裏返した後、ドーナツ型32を取り外せば、プリフォーム14が完成する。

【0031】全てのプリフォーム11~16は、以上のようにして形成されるが、プリフォーム11~16のうち主軸ハウジング部材100の中間フランジ部102(図1参照)を形成するプリフォーム13だけには内径がより大きな側面型が使用される。他のプリフォーム11、12、14~16には、同じ側面型33が使用されるが、中子の中子部の外径が異なっている。その結果、再び図2に示すように、同一のテーパ角をもち互いに隣り合うプリフォーム11~16と内径が等しいプリフォーム11~16が形成される。以上をもって、プリフォーム製造工程は完了である。

【0032】次に、強化材プリフォーム形成工程では、複数のプリフォーム11~16を主軸ハウジング部材100の概略形状に組み合わせて固定し、ウィスカからなる主軸ハウジング部材100の概略形状をした強化材プリフォーム1が形成される。すなわち、図5に示すように、鑄型(モールド)41が300℃に予熱され、中子42が350℃に、各プリフォーム11~16が800℃に、パンチ44が300℃に、それぞれ予熱される。しかる後、図6に示すように、台座に水平に置かれた鑄型41に中子42が挿置され、鑄型41内に固定された中子42に対し、中子42に嵌合する孔が形成された六個のプリフォーム11~16が順次はめ込まれて固定される。すなわち、中子42に全てのプリフォーム11~16が嵌装された後、ボルト止めの押さえ金具43によってプリフォーム11~16は軸線方向に所定の寸法にまで圧縮され、プリフォーム11~16が積み重ねられて固定された強化材プリフォーム1が形成されるに至る。この際、中子42にプリフォーム11~16をはめ込んで積層することにより、中子42が各プリフォーム

11~16の軸心を合わせて同軸に固定する作用を果たす。その結果、プリフォーム11~16が積層された強化材プリフォーム1は、精度良く同軸に形成される。それゆえ、その後の鑄造工程の結果できあがる複合材は、回転対称形の主軸ハウジング部材100の素材として好適である。そのうえ、中子の形状に中空部が形成された中空部材として形成されるので、仕上げ工程で中ぐり加工が少なく済むようになる。

【0033】また、各プリフォーム11~16が互いに圧着されて固定されるので、それぞれの当接面では、互いに当接するプリフォームのウィスカがある程度互いに入り組み、絡まり合っただ体的に強化材プリフォーム1が形成される。それゆえ、鑄造後の複合材200(図10参照)において、各プリフォーム11~16の接合面での強度低下はあまり大きくはなく、接合部以外での強度に近い強度が各プリフォーム11~16の接合面でも得られる。

【0034】さらに鑄造工程では、図7に示すように、主軸ハウジング部材100の概略形状をした強化材プリフォーム1が鑄型41内に挿置された状態で、アルミニウム合金からなる母材合金2の溶湯2'が、強化材プリフォーム1を収容している鑄型41内に注湯される。ここで、母材合金2であるアルミニウム合金の主要成分は、アルミニウム87%、ケイ素11%、銅2%であり、溶湯2'の温度は850℃である。

【0035】そして、図8に示すように、パンチ44により鑄型41内の溶湯2'が約100MPaに加圧され、母材合金2の溶湯2'は強化材プリフォーム1の微細空間にまで含浸させられる。そのうえで溶湯2'が冷却して固化したのち、図9に示すように、パンチ44が取り除かれ、ノックアウトピストン45により鑄造物200が鑄型41から取り出される。なお、この取り出しを容易にする目的で、鑄型41の内周面は、わずかに末広りのテーパ面に形成されている。

【0036】しかる後、押さえ金具43部分を削り落として中子42を取り外せば、図10に示すように、溶湯27が固化した母材合金2とウィスカからなる強化材プリフォーム1との複合材21が、主軸ハウジング部材100の概略形状に鑄造される。なお、鑄造物200のうち、複合材部分21の外周には、アルミニウム合金だけからなる合金部分22が形成されている。

【0037】最後に、仕上げ工程では、鑄造物200を切削して荒加工したのち、複合材21を熱処理してから精密な研削を行う仕上げ加工が行われる。すなわち、鑄造されたままの状態では、再び図10に示すように、鑄造物200は、母材合金だけからなる部分22と複合材からなる部分21とが併存している。それゆえ、鑄造物200をこのままの状態にして熱処理を加えると、母材合金だけからなる部分22と複合材からなる部分21との間で互いに異なる熱膨張率に起因して、鑄造物200

に割れが発生することがある。そこで、荒加工によって母材合金だけからなる部分 22 を削り落としてしまい、複合材 21 からなる部分だけで仕上がり寸法よりも 2～3 mm 程度の余裕がある外形寸法に部材外形を整えるようにする。この荒加工により、複合材 21 の周りに付いている母材合金だけからなる部分 22 は削り落とされているので、熱処理が施された際にも、熱膨張率の差違に起因して鋳造物 200 の複合材 21 が割れることは、防止されている。

【0038】しかる後、熱処理を施せば、アルミニウム合金の母材合金 2 に、時効硬化の促進と内部応力の緩和とが行われ、製品である主軸ハウジング部材 100 の強度を向上させる効果が期待できる。熱処理では、T6 熱処理が施され、溶体化処理 (525℃×8 h) 後、時効処理 (160℃×10 h) が行われる。また、熱処理により主軸ハウジング部材 100 の内部応力が緩和されていけば、以後の変形が未然に防止されるので、寸法精度が向上するうえ、強度も向上する。さらに、熱処理により熱膨張のヒステリシスが低減されるという効果もある。

【0039】そして最後に精密な研削による仕上げ加工を施して主軸ハウジング部材 100 を完成させれば、寸法精度を向上させることができるだけでなく、経年変化による変形をも熱処理によって抑制することができ、長期間に渡っての寸法精度の維持が期待できる。なお、以上の製造方法のうち、鋳造工程の型バラシまでにかかる時間は約 8 時間であり、工数は 5～6 マンアワー程度である。

【0040】(実施例 1 の作用効果) 本実施例のウイスカ強化合金製機械部材の製造方法は、以上のように実施されるので、以下のような作用効果を発揮する。すなわち、本実施例のウイスカ強化合金製機械部材の製造方法では、以上のように、単純形状のプリフォーム 11～16 を成形してこれらを組み合わせることによって、主軸ハウジング部材 100 の概略形状にウイスカ等からなる強化材プリフォーム 1 が形成される。すなわち、主軸ハウジング部材 100 の比較的複雑な概略形状に初めからウイスカ等からなるプリフォームを成形することなしに、単純形状のプリフォーム 11～16 を組み合わせることによって、主軸ハウジング部材 100 の概略形状に強化材プリフォーム 1 が形成される。それゆえ、鋳造工程の結果得られる鋳造物 200 のうち、ウイスカ等からなる強化材プリフォーム 1 と母材合金 2 との複合材 21 は、主軸ハウジング部材 100 の概略形状に形成されている。

【0041】その結果、初めからウイスカからなるプリフォームを主軸ハウジング部材 100 の概略形状に成形する必要がないので、プリフォームを製造する工程に困難がなく、プリフォーム 11～16 の形成工程における製造コストが低減される。しかも、鋳造工程の結果得ら

れる強化材プリフォーム 1 と母材合金 2 との複合材 21 は、主軸ハウジング部材 100 の概略形状に形成されているので、切削が比較的困難な複合材部分 21 を切削する工程は、最低限に抑制され、工数低減になる。また、複合材部分 21 の部分の切削が少なくなるので、ウイスカの歩留まり率が向上し、高価なウイスカ材料の材料費の節減になる。すなわち、工数の低減効果と材料費の節減効果とにより、コストダウンが可能になる。

【0042】したがって、本実施例のウイスカ強化合金製機械部材の製造方法によれば、主軸ハウジング部材 100 などのように比較的複雑な形状の大型機械部材を、従来技術よりも安価に製造することができるという効果がある。次に、本実施例のウイスカ強化合金製機械部材の製造方法では、ウイスカ 1 はアルミナ短繊維を含むホウ酸アルミニウム・ウイスカ (ホウ酸アルミニウム・ウイスカだけでも良い) であり、母材合金 2 はアルミニウム合金であり、いずれもアルミニウム系の材料である。それゆえ、強化材プリフォーム 1 を形成するウイスカと母材合金 2 との濡れ性が高く、鋳造工程で互いに良くなじむので、より強固な複合材 21 が形成される。また、アルミニウム合金の比重は鋼材の約三分の一と低く、ホウ酸アルミニウム・ウイスカの比重もアルミニウム合金程度であるので、製造されるウイスカ強化合金製機械部材の比重は鉄鋼の三分の一程度になり、高い軽量化効果が得られるという効果がある。

【0043】具体的には、複合材 21 から形成された主軸ハウジング部材 100 の比重は、2.7～2.8 程度にしか過ぎず、鉄鋼の比重の約三分の一である。また、ヤング率は 120～130 MPa 程度、引っ張り強度は 400 MPa 程度と見積もられており、高強度高剛性が達成される。さらに、熱膨張率は  $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  程度であるとも見積もられている。すなわち、主軸ハウジング部材 100 を形成する複合材においては、比重は鉄鋼の三分の一であり、強度および熱膨張率は鋳鉄並みであるうえ、振動の減衰効果は鉄鋼材料よりも良好である。

【0044】(実施例 1 の製品) 本発明の実施例 1 としてのウイスカ強化合金製機械部材は、前述の製造方法により製造された主軸ハウジング部材 100 である。主軸ハウジング部材 100 は、再び図 1 に示すように、ウイスカ等からなる単純な形状の複数の部分 11～16 が一体に接合されて成形されている強化材プリフォームと、各部分 11～16 を互いに接合するとともに強化材プリフォームの間の微細な空間を満たす母材合金とからなる複合材で形成されている。

【0045】各部分 11～16 の接合面は、前述のように、母材合金で接合されているばかりではなく、ウイスカ等の強化材プリフォームも互いに入り組んでいるので、実用上問題がない引っ張り強度を有している。また、図 1 中の複合材部分 13 が示すように、部分 12 との接合面および部分 14 との接合面は、中間フランジ部

102が形成する隅部（応力が集中する）から外れているので、これらの隅部から割れが発生することは防止されている。

【0046】したがって、本実施例のウィスカ強化合金製機械部材によれば、従来技術よりも安価でありながら従来技術と同程度の力学的特性を有する回転部材を提供することができるという効果がある。

（実施例1の変形態様1）本実施例の変形態様1として、再び図1に示すように、小径部101と中間フランジ部102と大径部103とに対応する三つのプリフォームだけを使用して、ウィスカ強化合金製の主軸ハウジング部材100を製造することが可能である。すなわち、図2において、プリフォーム11、12を接合した一体形状のプリフォームと、プリフォーム13と、プリフォーム14～16を接合した一体形状のプリフォームとを形成する。このようにプリフォーム製造工程におけるプリフォームの数を低減し、前述の実施例1と同様の強化材プリフォーム形成工程、鑄造工程および仕上げ工程を施すことにより、接合部が少なくより強度が高い主軸ハウジング部材100を製造することが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の主軸ハウジング部材の完成形状を示す断面図

【図2】 実施例1の各プリフォームの形状を示す断面図

【図3】 実施例1のプリフォームを形成する治具の構成を示す組図

（a）平面図 （b）側断面図

【図4】 実施例1のプリフォーム製造工程の手順を示す説明図

【図5】 実施例1の鑄造工程での各部の予熱温度を示す断面図

\* 【図6】 実施例1の強化材プリフォーム形成工程を示す断面図

【図7】 実施例1の鑄造工程での注湯を示す模式図

【図8】 実施例1の鑄造工程での加圧鑄造を示す断面図

【図9】 実施例1の鑄造工程での型出しを示す断面図

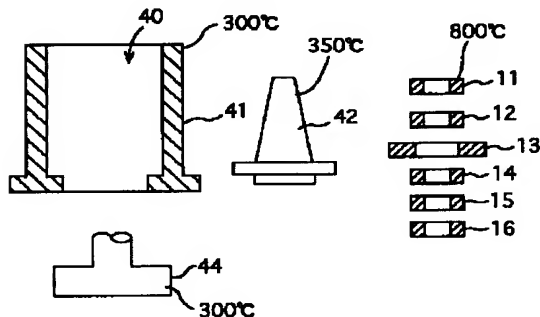
【図10】 実施例1の鑄造工程後の鑄造物の構成を示す断面図

#### 【符号の説明】

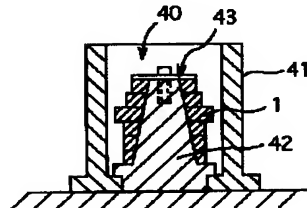
- 10 1：強化材プリフォーム  
 11～16：プリフォーム（ホウ酸アルミニウム・ウィスカ製）  
 2：アルミニウム合金（母材合金として） 2'：溶湯  
 3：プリフォーム形成用治具  
 31：中子  
 310：貫通孔 311：フランジ部 312：中子部  
 32：ドーナツ型 33：側面型 34：止め金具  
 35：上蓋型 36：皿形 361：突起部  
 40：キャビティ 41：鑄型（モールド） 42：中子  
 43：押さえ金具 44：パンチ 45：ノックアウトピストン  
 100：主軸ハウジング部材（ホウ酸アルミニウム・ウィスカ強化アルミニウム合金製）  
 101：小径部 102：中間フランジ部 103：大径部  
 100'：従来技術による中空円筒状の素材形状  
 200：鑄造物  
 20：中空部 21：複合材部分 22：合金部分

\*

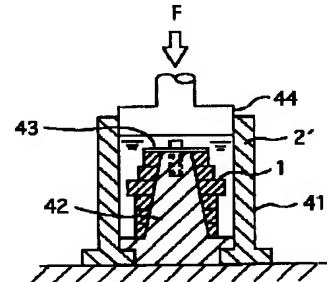
【図5】



【図6】

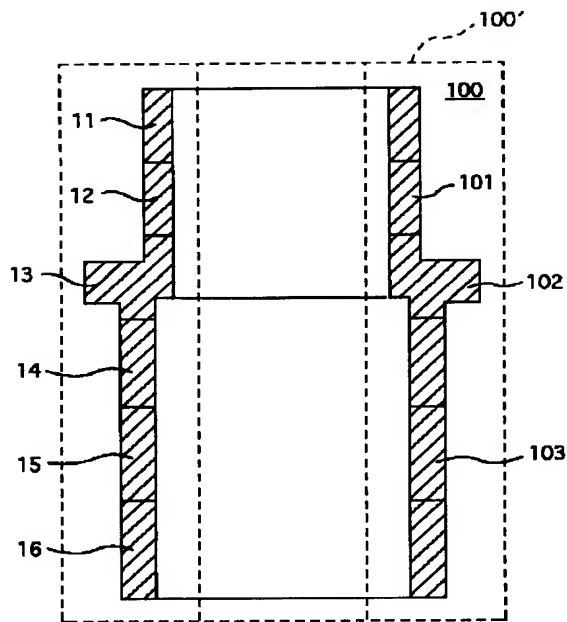


【図8】

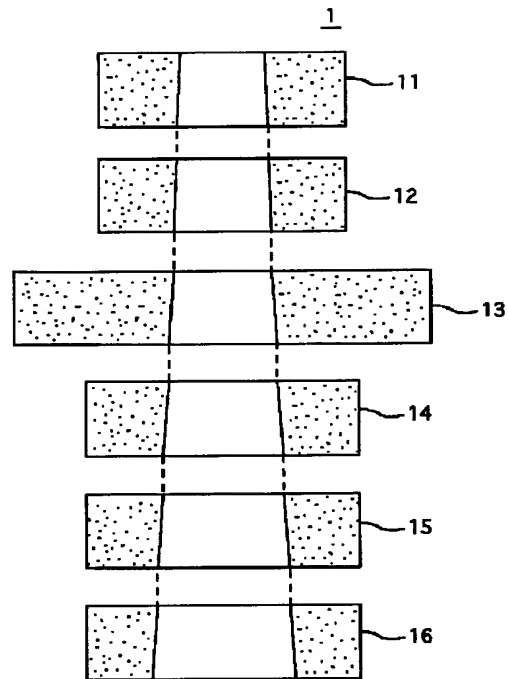




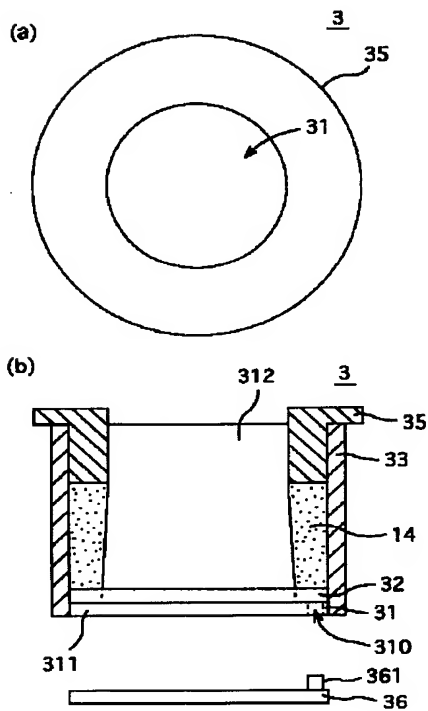
【図1】



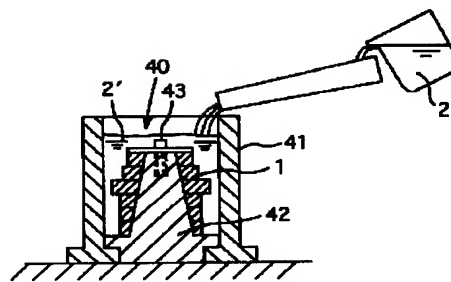
【図2】



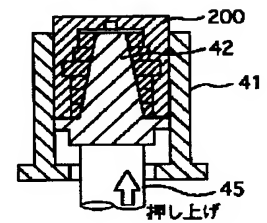
【図3】



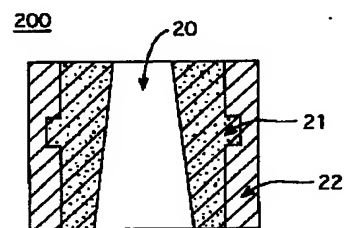
【図7】



【図9】



【図10】



① はめ込む

② セットする

③ 止め金具で止めてセット完了後原料投入する。原料投入

④ 原料投入後上蓋プレスにて寸法を調整する。

⑤ 上蓋型と側面型とをはずす

⑥ 突起付皿型を下において中型をはずす

⑦

⑧ 製品を裏返してドーナツ型をはずし成型品出来上がり

成型品

(裏返す)

(72)発明者 深見 肇  
愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工  
機株式会社内

(72)発明者 竹内 勝彦  
愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工  
機株式会社内

|         |   |
|---------|---|
| (72)発明者 | 今西 耕造<br>愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工<br>機株式会社内            |
| (72)発明者 | 西野 直久<br>愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番<br>地の1 株式会社豊田中央研究所内 |
| (72)発明者 | 砥綿 真一<br>愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番<br>地の1 株式会社豊田中央研究所内 |